

# 乌拉台水库面板钢筋计应力异常的探讨

于军<sup>1</sup> 李晓飞<sup>2</sup>

1 哈密新智源水利水电工程建设监理有限公司 2 新疆水利水电勘测设计研究院

DOI:10.32629/hwr.v3i8.2350

**[摘要]** 文章通过实际项目情况,从钢筋计应力计算、超量程、裂缝出现等方面分析了钢筋计的工作情况,在水库面板观测资料分析工作中具有一定的参考价值。

**[关键词]** 乌拉台水库; 钢筋计; 分析

## 1 工程概况

乌拉台水库主要建筑物由混凝土面板坝,导流洞放水隧洞,开敞式测槽溢洪道等建筑物组成。大坝为混凝土面板砾石拦河坝,坝顶长268.5米,最大坝高71.7米,坝顶宽5米。上游坝坡1:1.5,下游坝坡1:1.5。

## 2 问题的提出

按照设计图纸,将钢筋计R1、R2、R3、R4、R5、R6、R7埋设于面板相应位置,详见乌拉台水库钢筋计埋设位置图。这里需要说明乌拉台水库大坝的趾墙顶面高程为2246m,坝体内的渗压计测得坝体水位在2251m,坝体在施工中向大坝上游渗水的。

对乌拉台水库面板钢筋计2013年7月—2014年9月的观测数据成果分析统计,得到R1、R2、R3、R4、R6、R7钢筋计的应力测量值在(-55Mpa)~20Mpa之间,在钢筋计应力量程(拉200MPa,压100MPa)范围内,测量值能真实反应水库面板内的钢筋应力情况。R5钢筋计应力测量值0~281.5Mpa,超出钢筋计量程的拉应力200MPa,其测量数据不可靠,不是真实情况的反应,需要进一步分析研究。

## 3 R5 钢筋计钢筋计应力异常分析

### 3.1 R5钢筋计的布置及埋设

按照设计图纸,R5钢筋计位于乌拉台水库面板0+138桩号的2257米高程处、顺坡埋设,检查了埋设考证表,仪器埋设正确,仪器完好。

### 3.2 R5钢筋计的观测数据

R5钢筋计于2013年7月15日埋设,7月17日确定基准值,开始观测到7月23日观测值都很小,在12.5Mpa以内;7月24日—7月30日观测数据在50Mpa以内;8月1日—8月16日数据逐渐变大增至169Mpa(期间有抽水设备在抽坝体内的水);8月17日—10月3日这期间钢筋计的观测值先是下降到71.29Mpa,而后上升到192.5Mpa,最后稳定在180Mpa附近(期间关停了抽水设备);钢筋计一直处在受拉力的状态下。原因是在埋设仪器上方50cm处的面板有一条2-3mm裂缝,且钢筋计测值在钢筋计应力量程(拉200MPa,压100MPa)范围。这说明钢筋计测值是真实情况的写照,测值正确、可靠。

为防止水库建成后漏水,10月3日—10月23日对面板裂缝进行化学灌浆,并做了压水试验,钢筋计的测值逐渐增至

281MPa;10月24日—11月2后稳定在256MPa附近(期间有自流排水井排水);11月2日—11月4日,钢筋计的测值也迅速增至280MPa(期间封堵了自流井);11月5日—11月12日,钢筋计的测值迅下降至263MPa;2013年11月5日—2014年7月6日,钢筋计的测值逐渐下降至208MPa(期间水库蓄水位逐渐增至2277米);2014年7月7日—2014年9月30日,钢筋计测值稳定在214MPa~230MPa(期间水库在正常蓄水)。这期间钢筋计测值超出其应力量程(拉200MPa,压100MPa)范围内;就工程进度的过程及各种措施对应的情况可以看出钢筋计测值是真实情况的写照,测值正确、可靠。详见钢筋计测量R5钢筋计应力、温度变化过程线。



### 3.3 钢筋计的技术指标

哈密乌拉台水库项目采用的钢筋计是差阻式仪器,经监测仪器运抵工地后,都通过现场检验,埋设仪器正常。R5钢筋的型号是SZG-18,钢筋计的序列号是120188,由此可以查到该仪器厂家参数表及率定数据,见差阻式仪器参数表。钢筋计在拉应力量程范围是0~200MPa,电阻比的变化范围1.0097~1.0354;经与厂家联系确定仪器已预留了100MPa的量程,因此电阻比的最大电阻比为1.048253。

按照国家标准,差动电阻式钢筋计出厂标定时,不进行受压量程的检验,实际钢筋计是可以承受100MPa的压应力,在生产仪器时已预留这部分量程,此时相应电阻比会减小,其减小值大致为(100 MPa)/(0.779 MPa/0.01%)=128.5,表明在受压100MPa量程时,该钢筋计最小电阻比为1.0097-0.01285=0.99685。

### 3.4 钢筋计的成果换算方法及基准时间的选择

#### 3.4.1 成果换算方法

钢筋计为差阻式仪器,观测成果换算公式如下:

$\sigma = f \times (Z - Z_0) + b \times (T - T_0)$  (式中:  $\sigma$  钢筋应力(MPa),  $f$  钢筋计的修正最小读数(MPa/0.01%),  $Z$  本次电阻比测值(0.01%),  $T$  本次温度测值( $^{\circ}\text{C}$ ),  $Z_0$  基准电阻比测值(0.01%),  $T_0$  基准温度测值( $^{\circ}\text{C}$ ),  $b$  钢筋计的温度补偿系数(MPa/ $^{\circ}\text{C}$ ))。

$T = \alpha \times (R - R_0)$  (式中:  $T$  温度( $^{\circ}\text{C}$ );  $R$  实测仪器电阻( $\Omega$ );  $R_0$ — $0^{\circ}\text{C}$ 时仪器的计算电阻值( $\Omega$ );  $\alpha$  温度常数( $^{\circ}\text{C}/\Omega$ ), 有零上和零下之分; 以上  $f$ 、 $b$ 、 $R_0$ 、 $\alpha$  见图差阻式仪器参数表)。

### 3.4.2 基准时间的选择

对于水库面板内部监测仪器而言,基准值确定非常重要。一般是将仪器与混凝土开始共同变形的时刻作为监测值的基准时间,基准时间点的仪器测值为基准值或初始值。基准时间确定方法有:(1)按照内观仪器的特点,从监测数据上看,表现为电阻和电阻比开始反相变化的时间点。(2)混凝土终凝时间作为基准时间,一般取混凝土浇筑后48小时。(3)为了更精确、定量确定基准时间,有的文献中将混凝土得到一定的热能就会终凝这一观点确定混凝土的终凝时间,其所

需要的内能取为  $209(\text{C} \times \text{h})$ , 有表达式  $A_0 = \int_{t_0}^{t_1} f(t) dt = 209(\text{C} \times \text{h})$ ;

(4)也有文章将混凝土的弹性模量值等于仪器的弹性模量的时间点。这几种方法结论基本相同,乌拉台水库项目中统一将仪器埋入混凝土后48小时的测值作为基准值。

### 3.4.3 换算成果及分析

按照以上成果换算方法及公式,对钢筋计进行成果换算,其应力结果见R5钢筋计应力、温度变化过程线图。从图中可以看出应力变化比较有规律,在混凝土浇筑后,5—7天内钢筋计的应力较小、基本不变,然后逐渐增加,R5钢筋计应力在2013年10月23日到最大值281.5MPa,水库建成后基本稳定在210~235MPa之间,并没有趋势性发展,符合钢筋应力的一般变化规律。

从钢筋计电阻比观测数据看,测量值在1.00914~1.04434之间。在厂家的认定的电阻比的变化范围是0.99685~1.048253之间,说明仪器没有失效。后续的观测数据连续稳定呈现规律变化,同样验证该钢筋计工作正常,没有失效。

该部位埋设有无应力计,将同期观测的钢筋计应力减去无应力计的应力,即得到钢筋的拉应力,经计算施工期钢筋计最大拉应力为253MPa,水库建设成后钢筋拉应力在190~210MPa之间。项目使用的钢筋在试验室检测的屈服强度在400MPa以上、抗拉强度在500MPa以上;钢筋计实测的应力在钢筋屈服强度之下,钢筋工作正常,水库面板安全。

### 3.4.4 面板裂缝单项测缝计观测值的分析

在钢筋计埋设处上方50cm面板裂缝处安装了单项测缝

计,经对单项测缝计观测值分析,测缝计在钢筋计应力最大时,开合度达到了0.4mm,当水库建成蓄水后开合度一直保持在0.25mm,没有继续扩大,说明水库面板安全,也证明了水库面板中的钢筋计工作正常完好。

### 3.5 成因分析

#### 3.5.1 水库地下水杨压力的原因

由于趾板板面低于该地区的常年地下水位,大坝填筑完成后一直向坝内基坑渗水,浇筑面板后坝体内的水排放不及时,造成坝体水位上升,面板收到杨压力增大,面板沿坝面的摩擦力小,导致面板向下移动的趋势,钢筋计受力变大。计算公式为  $F = f \times (G - N)$  公式中:  $G$  重力、 $N$  杨压力、 $f$  摩擦系数。

#### 3.5.2 骨料的原因

混凝土浇筑时,混凝土骨料大,混凝土浇筑不均匀,将导致混凝土水化热温升高,待混凝土降温冷却后,易出现温度裂缝,当温度裂缝较大时,引起钢筋计产生较大拉应力。本项目在仪器安装部位以上50cm处的面板有一条明显的裂缝,在此裂缝处安装了测缝计随时监测缝隙的开合度,用来佐证钢筋计应力的形成。

### 4 结束语

乌拉台水库施工期间,R5钢筋计应力逐步发展到281.5MPa拉应力,并有继续增大的趋势性,监测单位及时发现并与业主及施工单位沟通,调整了施工工期,使面板中钢筋受力情况得到了很大的改善。水库正常蓄水后钢筋计的拉应力基本稳定在210~235MPa之间,没有增大趋势性的发展,观测成果真实反映了钢筋的应力,本次监测对工程施工有一定指导意义。

乌拉台水库钢筋计观测出较大拉应力的原因,主要是大坝趾板顶部高程低于坝体内的水位,面板浇筑后坝体内水不能及时排除,导致面板杨压力增大,面板有向下运动的趋势造成,钢筋承受较大的拉应力,仍在钢筋的屈服强度之内,钢筋工作正常,水库面板安全。

### [参考文献]

- [1]《混凝土坝安全监测资料整编规程》(DL/T5209—2005)中华人民共和国国家发展和改革委员会发布[S].中国水利水电出版社,2005:2.
- [2]《混凝土坝安全监测资料整编规程》颁布实施[J].大坝与安全,2005(03):13.
- [3]储华平,范光亚,赵阳,等.钢筋计应用中若干问题[J].大坝与安全,2018(06):37-41+49.

### 作者简介:

于军(1978—),男,新疆哈密人,回族,本科学历,助理工程师,研究方向:水利工程监理;从事工作:水利工程监理。